

## АДСОРБЦІЙНЕ ОЧИЩЕННЯ ГІДРОЛІЗАТІВ КРОХМАЛЮ У КРОХМАЛЕ-ПАТОКОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

*Статтю присвячено дослідженням процесу адсорбційного очищення гідролізатів крохмале-патокового виробництва від барвних речовин. Розглянуто питання використання різних марок активного вугілля у крохмале-патоковій галузі та впливу дозування вугілля на технологічні показники напівпродуктів виробництва різного ступеня очищення.*

Адсорбційне очищення крохмальних гідролізатів від барвників та інших домішок є досить складним і дорогим технологічним процесом. Раціональне проведення цього процесу дає змогу знизити витрати адсорбенту, зменшити витрати праці та отримати продукцію високої якості. Зазвичай у крохмале-патоковому виробництві для адсорбційного очищення сиропів застосовують активне вугілля. Проблемами очищення крохмальних гідролізатів учені займаються досить давно [1], проте й на сьогоднішній день постає багато питань, пов'язаних з виникненням забарвленості напівпродуктів патокового та глюкозного виробництва. Зміни, що відбулись у технології гідролізу крохмалю, проведення процесу оцукрювання гідролізатів за допомогою ферментів, розширення ринку активного вугілля різних способів активації – все це сприяє розробленню нових схем знебарвлення цукристих сиропів.

У виробництві цукристих гідролізатів крохмалю, патоки та глюкози основним завданням станції очищення є видалення барвних речовин різної природи, азотистих речовин (білків, пептидів, амінокислот), жиру, оксиметилфурфуролу, іонів важких металів, органічних кислот та неорганічних солей. Барвні речовини утворюються на всіх стадіях виробництва, особливо в жорстких умовах кислотного гідролізу, а також при випарюванні сиропів під дією високих температур. Характерною особливістю є те, що утворюються не тільки видимі барвні речовини, які визначають забарвленість сиропів, а й слабозабарвлені про-

дукти розкладу цукрів та їх сполуки з іншими домішками. У подальшому ці речовини під дією температури відновлюються та посилюють забарвленість сиропів. Вони можуть бути включеними в кристали глюкози при її кристалізації та погіршувати якість готової продукції [2, 3].

Процеси адсорбції та десорбції вугіллям домішок у глюкозних розчинах вивчено недостатньо. Потребує уточнення місце процесу адсорбції в технологічній схемі виробництва патокових і глюкозних сиропів, оптимальний режим адсорбційного очищення, вплив способу активації вугілля на знебарвлення напівпродуктів виробництва, регенерація відпрацьованого вугілля.

Очищення гідролізатів крохмалю активним вугіллям здійснюється за рахунок адсорбції на поверхні адсорбенту. На процес адсорбції впливає зовнішня та внутрішня дифузія. Зовнішня дифузія відбувається через плівку, що оточує поверхню частки вугілля, внутрішня – полягає в переміщенні молекул речовини порами вглиб вугілля. Саме сорбція відбувається миттєво, і тривалість насичення визначається лише швидкістю зовнішньої та внутрішньої дифузії.

Активне вугілля є гідрофобним неполярним адсорбентом і найкраще поглинає речовини з полярних розчинів, особливо з води. Здатність до адсорбції зростає зі збільшенням числа подвійних, потрійних та спряжених зв'язків у молекулі [4].

Активне вугілля належить до тонкопористих адсорбентів, розмір яких коливається в основному в інтервалі 15–50 Å. В активному вугіллі роз-

різняють мікропори з отворами діаметром 10–20 Å (поверхня до 1000 м²/г), пори перехідних розмірів – 50–500 Å (поверхня до 100 м²/г), макропори – понад 1000 Å (поверхня до 1 м²/г). Особливо інтенсивно адсорбція відбувається в мікропорах.

В основі отримання активного вугілля є розвиток існуючої пористості вихідної речовини. Ця пористість може бути розвинена термічною обробкою при дуже високих температурах (фізична активація) або хімічним окисленням з використанням мінеральної кислоти чи хлориду цинку при температурі близько 550 °С (хімічна активація) [5]. Адсорбційні сили при фізичній адсорбції мають характер міжмолекулярних сил взаємодії в рідинах та твердих тілах. Ізотерми адсорбції відображають графічну залежність адсорбції від рівноважної концентрації барвних речовин у розчині. Таку концентрацію в паточних та глюкозних розчинах визначають побічним показником – зміною забарвленості розчину.

У роботі було використано відомі в крохмале-патоковій промисловості методи аналізу [6]. Вміст сухих речовин визначали рефрактометром УРЛ-2 та методом висушування до сталої маси, оптичну густину, за якою характеризували забарвленість сиропів – фотоелектрокалориметром ФЕК-М, рН – рН-метром рН-340, вміст азотистих речовин – методом К'ельдаля, доброякісність розчинів – методом Лейна та Ейнона, знебарвлюючу здатність вугілля за метиленовим голубим.

Технологічна ефективність очищення розчинів глюкози вугіллям залежить від доброякісності та забарвленості розчину, кількості адсорбенту, адсорбційної активності вугілля, рН, температури та тривалості адсорбції.

Дослідження адсорбційної здатності різних марок активного вугілля було проведено в лабораторних умовах з використанням модельних розчинів та напівпродуктів паточного та глюкозного виробництва ВАТ «Дніпровський крохмале-патоковий комбінат». Дані цих досліджень наведено в табл. 1.

Встановлено, що хімічно активоване вугілля (СХ, СХV) дає хороше знебарвлення сиропів, якщо в них не міститься оксиметилфурфурол. Для поглибленого очищення крохмальних гідролізатів головним фактором стає не абсорбційна здатність активного вугілля, а його здатність утримувати органічні молекули при низькій концентрації. У цьому випадку вугілля, активоване паром (фізична активація) (SMA), дає кращі результати. Можливе використання «фізико-хімічного» вугілля, яке є сумішшю вугілля хімічно та фізично активованого (ЗСГ, 4SC). Для ефектив-

Таблиця 1. Порівняльна характеристика активного вугілля різних марок

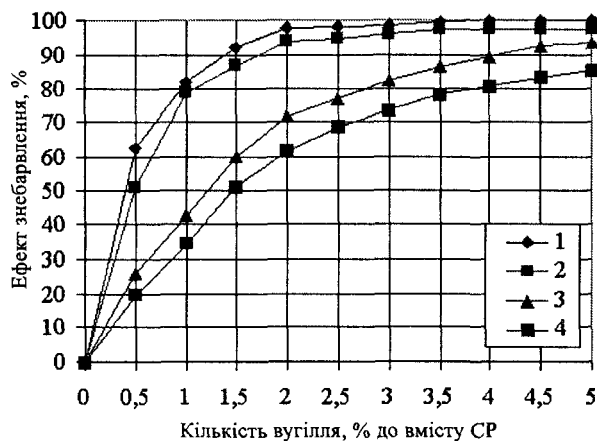
№ пор.	Марка вугілля	W, %	pH	Знебарвлююча здатність, мг/г	Зола загальна, %	Зола водорозчинна, %
1.	PWA GR 40215A (Бельгія)	10,31	5,6	365	5,43	0,27
2.	CXV CECA (Франція)	8,79	3,3	359	2,75	1,88
3.	SMA CECA	7,37	4,4	366	2,36	2,29
4.	CX CECA	9,89	5,4	365	2,99	1,20
5.	ЗСГ CECA	11,08	5,4	343	3,98	1,80
6.	CG-1 NORIT (Нідерланди)	11,89	4,4	345	4,21	2,8
7.	GB-1 NORIT (Нідерланди)	9,38	4,0	270	5,42	4,19
8.	S-4 W10 (Малайзія)	4,98	2,6	350	7,88	8,30
9.	ОУ-А Крона ЛТД (Україна)	3,33	12,5	243	7,05	–
10.	ОУ-В Крона ЛТД	9,88	10,2	238	7,25	–

нішого видалення оксиметилфурфуролу, який може давати вторинне забарвлення продуктів на виробництві, використовують вугілля, активоване фізичним методом. Для патокових та глюкозних сиропів можливе використання вугілля фізичної активації на початку технологічної схеми очищення, наприклад, 0,2–0,4 % до маси сухих речовин вносити у крохмальний гідролізат, а вугілля хімічної активації в кількості 0,3–0,6 % – у сиропи перед випарюванням.

Дослідження вугілля різних марок проводились відповідно до норм використання вугілля на технологічний процес: для патоки 6 кг, для глюкози 9 кг на 1 тону товарної продукції. Контактвання сиропів з вугіллям проводилось при температурі 65–80 °С впродовж 20–30 хв. Найпридатнішими для знебарвлення сиропів патокового та глюкозного виробництва визнане вугілля фірм CECA (Франція) та NORIT (Нідерланди). Воно має хороші фільтраційні та адсорбційні властивості, що задовольняє потреби саме цього виробництва.

Економічно виправдана норма витрати активного вугілля залежить від його знебарвлюючої здатності, доброякісності розчину та умов адсорбції.

На рис. 1 показано залежність ефекту знебарвлення розчинів різної доброякісності виробництва ВАТ «Дніпровський крохмале-патоковий комбінат» з масовою часткою сухих речовин 22 % від кількості доданого вугілля (у % до маси сухих

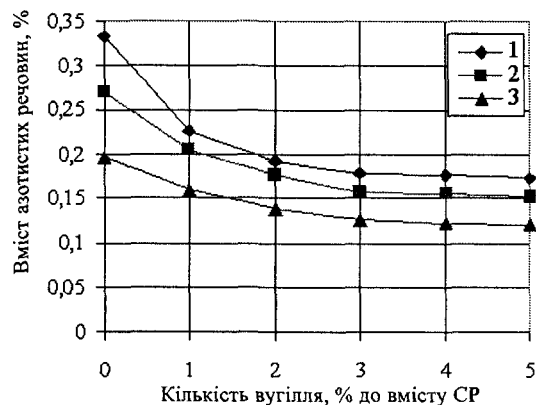


**Рис. 1.** Залежність ефекту знебарвлення розчинів глюкозного виробництва різної доброякісності від кількості активного вугілля:

- 1 – розчин двічі перекристалізованої глюкози;
- 2 – розбавлений сироп першого продукту;
- 3 – розбавлений сироп другого продукту;
- 4 – розчин зеленої патоки другого продукту

речовин сиропу) марки CG-1 із знебарвлюючою здатністю 345 мг/г за метиленовим голубим. Контактуювання сиропів з вугіллям здійснювалось при температурі 80 °С впродовж 30 хв. Фільтрували сиропи через подвійний паперовий фільтр. З діаграми видно, що для розчинів високої доброякісності, таких як розчин двічі перекристалізованої глюкози та сироп першого продукту, швидке підвищення ефекту знебарвлення спостерігається при дозуванні адсорбенту 1 % до маси сухих речовин розчину, для розчинів другого продукту та зеленої патоки – у кількості 1,5–2 %.

При введенні безводного вугілля в кількості 1 % до маси сухих речовин ефект знебарвлення для розчину двічі перекристалізованої глюкози становить 82,1 %, для розчину першого продукту, що має доброякісність 96,6 %, ефект знебарвлення становить 78,8 %, для розчину другого



**Рис. 2.** Залежність вмісту азотистих речовин у розчинах залежно від витрат вугілля:

- 1 – розчин зеленої патоки другого продукту;
- 2 – розчин другого продукту;
- 3 – розчин першого продукту

продукту (Дб = 91,6 %) – 42,9 % та для розчину зеленої патоки (Дб = 83 %) – 34,3 %. Таким чином, ефект знебарвлення розчину зменшується з пониженням його доброякісності.

Вміст азотистих речовин у розчині із збільшенням дозування даного активного вугілля зменшується (рис. 2).

Як видно з рис. 2, найінтенсивніше видалення азотистих речовин відбувається при додаванні активного вугілля в кількості 1 % до маси сухих речовин сиропу.

Нами проводились дослідження впливу термообробки сиропів, очищених активним вугіллям марки CG-1 (NORIT) у кількості 1% до маси сухих речовин, протягом години при 100 °С на забарвленість продуктів крохмале-патокового виробництва. Результати дослідів наведено у табл. 2.

З даних табл. 2 видно, що більший ефект знебарвлення за однакових умов спостерігається для рідких сиропів та розчинів вищої доброякісності.

**Таблиця 2.** Дослідження термостабільності сиропів патокового та глюкозного виробництва, знебарвлених активним вугіллям CG-1

Місце відбору проб	Кольоровість без термообробки, од. опт. густ.			Кольоровість після термообробки (t = 100 °С), од. опт. густ.		
	Вихідна	Після контакту з вугіллям	Ефект знебарвлення, %	Вихідна	Після термостаткування	Зростання забарвленості, %
Рідкий сироп після механічної фільтрації	0,114	0,028	75,4	0,028	0,035	25
Патоковий сироп після випарювальної станції	0,071	0,021	70,4	0,021	0,023	9,5
Глюкозний сироп після випарювальної станції – перший продукт	0,183	0,026	85,8	0,026	0,028	7,7

Адсорбційна обробка густих сиропів після випарювання сприяє підвищенню їх термостабільності за рахунок видалення частини барвних речовин, що утворились протягом перебування сиропу на випарній установці.

### Висновки

Найпридатнішим для знебарвлення сиропів патокового та глюкозного виробництва визнане

вугілля фірм СЕСА (Франція) та NORIT (Нідерланди). Воно має високі фільтраційні та адсорбційні властивості, що задовольняє потреби саме цього виробництва.

Встановлено, що для розчинів високої доброякісності процес знебарвлення відбувається найефективніше при дозуванні адсорбенту 1 % до маси сухих речовин розчину, для розчинів пониженої доброякісності – у кількості 1,5–2 %.

1. Галкина Г. В., Ладур Т. А., Сидорова Е. К. Современные методы гидролиза крахмала, фильтрации и очистки гидролизатов. – М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1966. – 56 с.
2. Крахмал и крахмалопродукты / [Гулюк Н. Г., Жушман А. И., Ладур Т. А., Штыркова Е. А.]; под ред. Н. Г. Гулюка. – М.: Агропромиздат, 1985. – 240 с.
3. Технология крахмала и крахмалопродуктов / [Трегубов Н. Н., Жарова Е. А., Жушман А. И., Сидорова Е. К.]; под ред. Н. Н. Трегунова. – М.: Легкая и пищевая про-

мышленность, 1981. – 472 с.

4. Адсорбция из растворов на поверхностях твердых тел / Под ред. Г. Парфита и К. Рочестера. – М.: Мир, 1986. – 485 с.
5. Кельцев Н. В. Основы адсорбционной техники. – М.: Химия, 1984. – 565 с.
6. Бурман М. Е., Бычков Б. К., Векслер Б. А. и др. Технология, технологический контроль и учет крахмало-паточного производства. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 410 с.

*O. Hrabovska, N. Shtangeeva, A. Ukrainets*

### THE ADSORPTIONS CLEARING OF STARCHES HYDROLYSATIONS IN THE STARCH-TREACLE PRODUCTS

*This article is devoted to the researches of process of adsorptions clearing of starches hydrolysis from painting substances. The questions of use of the different marks of active carbons in starch-treacle of branch are considered. An influence of quality of carbons on technological parameters of manufactures syrups of different cleanliness is investigated.*